

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

E. A. P. DE INGENIERIA AGRÓNOMA



**Evaluación del efecto del biocatalizador orgánico bio2 pro
humus en la aceleración del proceso de compost en valle de
Santa – Áncash – 2016**

***TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO
AGRONOMO***

Autor: Bach. Mario Miguel Orue Cruz

Asesora: Mg. Lydia Del Carmen Chacón Campos

CHIMBOTE – PERÚ

2018

Palabras clave:

| | |
|---------------------|---------------------|
| Tema | Compost |
| Especialidad | Ingeniería Agrónoma |

Keywords

| | |
|------------|----------------------|
| Topic | Compost |
| Speciality | Agronomy Engineering |

Línea de investigación: Producción Agrícola

Área: Ciencias agrícolas

Sub área: Agricultura

Disciplina: Agronomía

TÍTULO

Evaluación del efecto del biocatalizador orgánico bio2 pro humus en la aceleración del proceso de compost en el valle de Santa – Áncash – 2016

TITLE

Evaluation of the effect of the organic biocatalyst bio2 pro humus in the acceleration of the compost process in the valley of Santa - Áncash - 2016

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el valle de Santa sector San Dionisio - Áncash, con la finalidad de evaluar el efecto del biocatalizador orgánico Bio2 pro humus en la aceleración del proceso de descomposición, para lo cual se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones T₁ (Testigo), T₂, T₃. Al finalizar este proyecto se determinó que con la aplicación del biocatalizador bio2 prohumus se acelera el proceso de compostaje en 30 días aproximadamente. También se concluyó que existen diferencias significativas de los tratamientos en estudio con respecto al testigo; sin embargo, no existen diferencias estadísticamente significativas entre dichos tratamientos; concluyendo que es indiferente la utilización de cualquiera de los tratamientos. Finalmente se concluye que el tiempo promedio según el análisis de laboratorio que requiere el bio catalizador orgánico bio2 pro humus en la producción de compost puede variar entre 60 y 67 días.

ABSTRAC

The present research work was carried out in the San Dionisio - Áncash Santa valley, with the purpose of evaluating the effect of the organic biocatalyst Bio2 pro humus in the acceleration of the decomposition process, for which the block design was used completely chance with three treatments and three repetitions T1 (Witness), T2, T3. At the end of this project, it was determined that with the application of the biocatalyst bio2 prohumus, the composting process is accelerated in approximately 30 days. It was also concluded that there are significant differences of the treatments under study with respect to the control; however, there are no statistically significant differences between these treatments; concluding that the use of any of the treatments is indifferent. Finally, it is concluded that the average time according to the laboratory analysis required by the organic bio2 bio humus organic catalyst in the production of compost can vary between 60 and 67 days.

INDICE

| | |
|--------------------------------|----|
| Introducción | 01 |
| Metodología de trabajo | 24 |
| Resultados | 27 |
| Análisis y discusión | 31 |
| Conclusiones y recomendaciones | 32 |
| Dedicatoria | 33 |
| Referencias bibliográficas | 34 |
| Anexos y Apéndices | 38 |

INDICE DE TABLA

| | |
|--|----|
| Tabla 01: Parámetros del compostaje | 20 |
| Tabla 02: Contenido de N, P, K en el compost | 22 |
| Tabla 03: Usos y efectos | 23 |
| Tabla 04: Días de proceso de descomposición de materia orgánica de pilas con una cantidad de Bio2 Pro humus. | 30 |
| Tabla 05: Cálculo de ANOVA para diferencias entre medias de los días de proceso de descomposición con aplicación de Bio2 Pro humus en las pilas o camas. | 30 |
| Tabla 06: Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de los días de descomposición de la materia orgánica de las pilas o camas es diferente. | 31 |

INDICE DE FIGURA

| | |
|---|----|
| Figura 01: Área para el trabajo de campo | 27 |
| Figura 02: formación de las camas | 27 |
| Figura 03: aplicación del biocatalizador Bio2 Prohumus en las camas de sustrato | 28 |
| Figura 04: Evaluaciones previas a la cosecha | 29 |
| Figura 05: Pilas o camas por días de descomposición de la materia orgánica según la cantidad de Bio2 Prohumus (g). | 31 |
| Figura 06: Comportamiento del parámetro de temperatura. | 32 |
| Figura 07: Comportamiento del parámetro de humedad. | 33 |

I. INTRODUCCIÓN

Castillo *et al* (1999) estudiaron la *Caracterización química y física de compost de lombrices elaborados a partir de residuos orgánicos puros y combinados*; concluyendo que, considerando que este tipo de abono orgánico es utilizado en el nordeste argentino para cultivos hortícolas bajo cubierta plástica, los resultados obtenidos respecto a los nutrientes, y acorde a los requerimientos nutricionales de cada cultivo, podría complementarse con fertilizantes nitrogenados y potásicos. Con respecto al fósforo, los compost de lombrices aportan cantidades importantes y resultan suficientes para los suelos de la región mencionada, que son deficitarios en dicho elemento. El tratamiento con 100% de estiércol como substrato produjo un compost de lombriz con mayor aporte de nitrógeno y fósforo. Los tratamientos con 50, 75 y 100% de desechos de cocina produjeron lombricompuestos con mayor contenido de potasio. Las mezclas de los T3 y T4 tuvieron contenidos de nutrientes que se consideran como los más apropiados. El tratamiento con mejor rendimiento al tamizado correspondió al T1 y el que menos disminuyó en su peso fue T3.

Uribe *et al* (2001). *Evaluación de los Microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula*; concluyendo que el proceso de compostación se produjo de la segunda a la cuarta semana y el secado de la quinta a la sexta semana para todos los tratamientos; sin embargo la mezcla de la gallinaza con EM, presentó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) con respecto a la formulación de gallinaza, aserrín y EM en pH, mostrando un descenso más rápido, por debajo de 8.5, lo cual indica una aceleración en el proceso de estabilización del compost. Las pruebas fisico-químicas realizadas al final muestran mayores valores de Nitrógeno y Potasio para la mezcla de gallinaza con EM. Los valores en la relación Carbono/Nitrógeno y en la Capacidad de Intercambio catiónico, fueron adecuados para este tipo de compostajes en los tres tratamientos.

Rojas y Zeledón (2007) investigaron el *Efecto de diferentes residuos de origen vegetal y animal en algunas características física, química y biológica del compost. Hacienda las Mercedes, Managua. 2005*, concluyendo que los

resultados indican que las mezclas tienen bajo contenido de nitrógeno, están por debajo del 2%, rango comercialmente aceptable y gran contenido de carbono; los resultados obtenidos en fósforo están entre el rango óptimo de 0.15 y 1.5 %; todos los tratamientos aportan micro elementos tales como Fe, Cu, Mn, y Zn los cuales son de gran importancia para el desarrollo normal de los cultivos. Todos los tratamientos tienen una relación carbono/nitrógeno alto, las que varían entre 79:1 a 60:1. Esto produjo una lenta descomposición debido a la disponibilidad de alimento para la micro fauna presente en los tratamientos. La presencia de bacterias y hongos estuvo durante todo el proceso de descomposición, siendo menor el número de especies de los hongos encontrados por tratamiento a los 30 días que a los 90 días. Entre las bacterias más encontradas están las del género *Bacillus* y *Pseudomonas*; entre los hongos fueron los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*.

Vásquez *et al* (2010) estudiaron la *Optimización del proceso de compostaje de productos postcosecha (cereza) del café con la aplicación de microorganismos nativos*. Se concluyó que se observaron diferencias significativas entre la biopila testigo en los parámetros fisicoquímicos y los obtenidos en la pruebas bajo tratamiento con los consorcios bacterianos en 40 días, pH (P= 0,00552), en cuanto a la relación C/N (P= 0,00197) demostrando una madurez a los 40 días del estudio, Potasio (P= 0,01213), Fosforo total (P= 0,09547), Hierro total (P= 0,04502), Nitrógeno orgánico (P= 0,00421) elementos de gran importancia que contribuyen al desarrollo radicular y crecimiento de las plantas.

Gallardo (2013) investigó la *Obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con geomembrana*; concluyendo que cuando un módulo de residuos orgánicos en proceso compostaje no tiene suficiente oxígeno, el proceso se transforma en anaerobio y se producen olores ofensivos. La muerte por asfixia de los microorganismos detiene el proceso e inicia la putrefacción de los residuos; se demostró que con la calidad de abono y cuidados adecuados es posible la producción de cebolla china y otras hortalizas en el proyecto a pesar de la altura.

Suaña (2013) investigó *Compostaje de residuos orgánicos y de lenteja de agua (Lemna sp.) Con aplicación microorganismos eficaces*; concluyendo que: a) El tiempo de descomposición para la lenteja de agua es mayor en el tratamiento testigo con 90 días, con 82 y 75 días para dosis de 100 y 200 ml de EM. b) Para residuos orgánicos el tiempo de descomposición es menor pero, con similar efecto de los EM, de 65 días para el control, 55 y 50 días para las dosis de 100 y 200 ml respectivamente. La granulometría indica un 75 a 90% de gránulos con diámetros menores a 1.5 mm en ambos sustratos de compost utilizados. La temperatura según el sustrato fue 26.56 °C para lenteja de agua y 27.48 para residuos orgánicos, similares entre sí ($P>0.05$); para dosis de EM la mayor temperatura presentó la dosis de 100 ml con 29.38 °C, estadísticamente similar a la dosis con 200 ml con 28.56 °C, ambas estadísticamente superior al testigo con 23.20 °C. El pH según el sustrato fue para lenteja de agua 6.5, para residuos orgánicos 6.4 similares entre sí ($P>0.05$).

Altamirano y Cabrera (2008) realizaron el *Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual*; concluyendo que: a) La técnica manual de elaboración de compost presentada es una forma sencilla, sanitaria y barata de resolver el problema de las basuras orgánicas, y además se puede obtener un producto que pueda dar beneficio a los que necesitan un suelo sano y fértil. b) La elaboración manual de compost constituye una tecnología apropiada para países en vías de desarrollo, donde la mano de obra es relativamente barata y la tecnología sofisticada es costosa y, en muchos casos, difícil de manejar. c) El compostaje es un proceso aerobio, es decir, que ocurre en presencia de oxígeno, que se provee de diversas formas: - Por volteos de la pila, ya sea manual o mecánicamente. - Por una correcta construcción de la pila, que permita al aire difundirse hasta el centro. - Mediante un sistema que aspira o insufla aire a través de la pila. Cuando una pila no tiene suficiente oxígeno, el proceso se transforma en anaerobio y se producen olores ofensivos. La muerte por asfixia de los microorganismos detiene el proceso e inicia la putrefacción de los residuos. d) La materia orgánica incrementa la capacidad de retención de la humedad del suelo.

Carriello *et al*, (2007) investigaron *Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso compostaje de residuos sólidos urbanos*; concluyendo que de acuerdo a los indicadores de estabilidad y madurez las pilas de compostaje inoculadas con estos microorganismos endógenos alcanzaron su estabilidad y madurez en menor tiempo que las testigos sin inocular. El producto final presentó los parámetros de calidad estándares establecidos en Argentina. Los microorganismos seleccionados, componentes del inoculo aislados del proceso en forma natural, minimizan el riesgo de impacto negativo en el ambiente y generaron un compost de calidad.

Cabrera (2012) estudió el *Comparativo de tres biodegradantes en la elaboración de compost en Santa Ana - La Convención, Cuzco*; concluyendo que: Para el número de días a la obtención del compost, el tratamiento con Biospeed a dosis de 20 ml favoreció con 52 días, a diferencia del Testigo que requirió mayor tiempo, con 80 días. En el peso de compost, los tratamientos Biospeed a 20 ml, Biospeed a 30ml, E-M Compost a 10 ml y E-M Compost a 15 ml presentaron un peso intermedio de 46 Kg. favorable en un compost de calidad. La granulometría se realizó con la finalidad de determinar el tratamiento más degradado utilizando tamiz para granulometría de 10 mm, presentando el mayor nivel de degradación el tratamiento Biospeed 20 ml registró menor porcentaje (10.19 %) de partículas mayores a 10 mm.

El compost cumple una función vital en las fincas durante el proceso de transición de producción convencional a orgánica, no tanto como fuente de nutrientes, sino para mejorar la capacidad del suelo para el manejo de nutrientes y agua. Las tasa de liberación de nutrientes de un compost es lenta, y en el mejor de los casos (p. ejm, compost de lodos urbanos) se llega a liberar un 50% de su contenido de nitrógeno, pero estos porcentajes disminuyen cuando las materias primas son residuos vegetales (20 - 25%). Por tanto, si los compost se desean utilizar como abono en la producción orgánica es necesario continuar los estudios sobre la tasa de liberación de nutrientes para determinar su aporte a corto y largo plazo. Otro aspecto que es prioritario trabajar son las regulaciones de etiquetado para asegurar la calidad del producto que llega al mercado (Soto y Muñoz, 2002).

El uso de los abonos orgánicos contribuye al mejoramiento de las estructuras y fertilización del suelo a través de la incorporación de nutrimento y microorganismos. Se han desarrollado sistemas de producción alternativos, caracterizados por la ausencia de agroquímicos y la utilización frecuente de fuentes de materia orgánica manteniendo la fertilidad de la tierra como el humus, compost, abonos verdes, abonos líquidos y biofertilizantes. Con estos abonos se pueden conseguir mejores resultados al no generar contaminación en los suelos, mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, la estabilidad estructural, regula el balance hídrico del suelo reteniendo los nutrientes y nivelando los niveles de pH (Yanque, 2014).

El compostaje es el proceso de descomposición termofílica aerobia de residuos sólidos orgánicos por poblaciones mixtas de microorganismos en condiciones controladas, para producir un material orgánico estabilizado y humificado conocido como compost. En las etapas del proceso de compostaje, los microorganismos mesofílicos y termófilos intervienen en la descomposición de la materia orgánica. Para mejorar la composición química y la estructura del compost se adicionan insumos tales como activadores, inoculantes y enriquecedores. La aplicación de activadores orgánicos como mejoradores del proceso de compostaje facilita la biotransformación de los residuos orgánicos. La eficiencia en la degradación de la materia orgánica en el proceso del compostaje depende inicialmente y primordialmente de las comunidades microbianas, las cuales aceleran el proceso de descomposición del material orgánico (Salazar, 2014).

Labrador (1996), expresa que si las relaciones C/N son muy altas el proceso de compostaje es más lento ya que la materia prima contiene muchos materiales leñosos.

Navarro (s/f) sostiene que la naturaleza por si sola produce compost, cualquier materia orgánica abandonada, se termina convirtiendo en tierra negra, lo que vamos a hacer nosotros es contribuir a mantener las condiciones para que este proceso se haga un poco más rápido y sin causar molestias a los seres humanos.

En el compostaje los microorganismos se comen el material orgánico y se comen entre sí, otros organismos como los gusanos ayudan a crear tuneles de donde pasa el oxígeno. En este proceso la pila de material orgánico se calienta y lo que produce es algo de textura similar a la tierra negra, llamado compost.

Fúnez *et al* (2004) mencionan que en muchos países ha demostrado tener éxito, el uso continuo de materia orgánica, ya que ha contribuido al incremento (y sostenibilidad) de los niveles de fertilidad y a su vez al alza de los macro organismos (lombrices) y micro organismos presentes en el suelo, que contribuyen a reducir drásticamente las poblaciones de patógenos nocivos. Mencionan además, que es necesario contemplar dentro de un programa integral de fertilidad de suelos y nutrición de cultivos no solamente los análisis de estos, sino que además conocer el contenido nutricional de los abonos orgánicos que se estén empleando.

La incorporación de abonos orgánicos aporta nutrientes, mejoran la estructura y retienen la humedad en el suelo, incrementando el rendimiento de los cultivos. En escenarios con sequías frecuentes, un suelo con alto contenido de materia orgánica tendrá mayor capacidad productiva (FONCODES, 2014).

En el proceso de compostaje, luego que la temperatura desciende los microorganismos perjudiciales para las plantas que pudieran existir desaparecen. Así, se favorece el desarrollo de microorganismos que viven a temperaturas de 15 a 25 » C. pero no perjudican las plantas. De esta manera compiten con los organismos perjudiciales ocupando el lugar que podrían ocupar ellos. La elevada temperatura provoca también la muerte de las semillas presentes, impidiendo por lo tanto la germinación de pastos que no queremos (Ecosur, s/f).

El compost contiene nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, por ello, se utiliza en la producción de hortalizas, flores y árboles. Su uso potencial y mejor característica es como mejorador de suelos (Brown *et al*, 2003).

El mundo moderno y globalizado con tendencia ambientalista exige una agricultura más orgánica y sostenible; por exigencia de los consumidores quienes buscan productos de origen natural, el rechazo por el uso de fertilizantes químicos cada vez es mayor, como

una alternativa para esto, es producir abono orgánico y fomentarlo entre los agricultores (Cabrera, 2012).

2. Justificación de la investigación.

Es de conocimiento general que, casi todos los residuos orgánicos tanto animales como vegetales, pueden ser transformados en compost; que es una forma de tratamiento para los residuos orgánicos, cuya finalidad es transformar estos residuos en abono aplicables a las tierras de cultivo. Es en estos suelos con alto contenido de materia orgánica, donde hay mayor población de microorganismos.

El empleo creciente de fertilizantes químicos en los cultivos hace que se detenga la actividad microbiana, perjudicándose el nicho ecológico. Los fertilizantes son utilizados, principalmente, para obtener mayores producciones y secundariamente para aumentar la calidad de cultivo. Este uso indiscriminado de estos fertilizantes sintéticos es factor principal de la contaminación del suelo, perjudicial para la microfauna existente en el suelo. El compostaje es una forma de tratamiento para los residuos orgánicos, que tiene por finalidad convertir estos residuos en un producto beneficioso (compost) aplicable a la tierra como abono orgánico sólido en el contenido nutricional de la especie cultivada. Se utiliza frecuentemente como mejorador del suelo en la agricultura, jardinería, huerto y obra pública.

El presente trabajo de investigación tiene el propósito de evaluar el efecto del biocatalizador orgánico Bio 2 pro humus en la aceleración del proceso de compost en el sector San Dionicio del valle de Santa - Ancash 2017.

El empleo del Bio2 pro humus en el compostaje es una alternativa para el sector agrícola en el tratamiento de los residuos orgánicos, que tiene por finalidad convertir estos residuos en un producto beneficioso (compost) aplicable a la tierra como abono orgánico de alta calidad que sirve para recuperar y/o mejorar la fertilidad de los suelos agrícolas y reducir de este modo los costos y la contaminación por fertilizantes sintéticos. Es sabido que la materia orgánica ocasiona serios problemas si es acumulada y almacenada inadecuadamente; ya

que forma un hábitat de vectores transmisores de enfermedades, causa malos olores y contribuye con la contaminación; por tal razón es necesario poner en marcha una propuesta de gestión de estos residuos que con un manejo responsable, ya que al formarse el compost aeróbicamente se evita el riesgo de la formación de metano.

3. Problema.

¿Cuál fue el efecto del biocatalizador orgánico Bio 2 pro humus en la aceleración del proceso de compost en el valle de Santa - Áncash 2016?

4. Conceptualización y operacionalización de variables

Conceptualización

Según FONCODES (2014) **el compost** es un abono orgánico que se obtiene de la descomposición del estiércol, mezclado con residuos vegetales y otros ingredientes orgánicos.

Fúnez *et al* (2004) definen al **bio compost** (bioabono), como el producto resultante de someter a un proceso de fermentación controlada a una serie de residuos orgánicos, sólidos o semisólidos y obtener al cabo de un tiempo relativamente corto (6-8 semanas).

Se le llama **compostaje** a la descomposición aeróbica (en presencia de oxígeno) de los materiales orgánicos biodegradables por microorganismos bajo condiciones controladas a altas temperaturas a través del tiempo para producir un material estable parecido a la tierra llamado compost (Brown *et al*, 2003).

Los **Microorganismos** son organismos vivos microscópicos (hongos, incluyendo levaduras, bacterias incluyendo actinobacterias, protozoos como nemátodos etc.); mientras que los **macroorganismos** son también organismos vivos pero, pueden ser observados a simple vista (arañas, lombrices, roedores, hormigas, escarabajos...). También se denomina mesofauna (Román *et al*, 2013).

Un **abono orgánico** es todo material de origen natural que tenga propiedades fertilizantes o de mejoramiento de suelo, que no es obtenido por síntesis química (García & Félix, 2014).

El **humus de lombriz** es el resultado de la digestión de materia orgánica (compost, estiércol descompuesto, vegetales, etc.) por las lombrices, obteniéndose uno de los abonos orgánicos de mejor calidad. Se puede producir desde el nivel del mar hasta los 3800 m.s.n.m (FONCODES, 2014).

Suasaca, *et al* (2009) definen a los **Abonos Orgánicos** como todo tipo de residuo orgánico (de plantas o animales), que después de descomponerse (podrirse), abonan los suelos con nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas; así mismo,

mejora las características físicas (textura, estructura, color) y químicas (humedad, pH) del suelo.

Operacionalización de variables

Según APROLAB (2007) los abonos orgánicos se clasifican de dos tipos: **Abonos orgánicos sólidos:** Compost, Humus de lombriz, bokashi, abonos verdes entre otros. **Abonos orgánicos líquidos:** Biol, te humus, te de compost entre otros.

Fases del compostaje

Según Román *et al* (2013) se dividen en:

Fase Mesófila. El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en días (incluso horas), la temperatura aumenta hasta 45°C. Esto es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días). **Fase Termófila (Higienización).** Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina. **Fase de Enfriamiento o Mesófila II.** Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración. **Fase de Maduración.** Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.

Para Rodríguez (2008) las fases comprenden: **Fase de latencia y crecimiento:** Se trata del período de aclimatación de los microorganismos a su nuevo medio y el inicio de la

multiplicación y colonización de los residuos. Esta fase viene durando de dos a cuatro días y, se inicia con la degradación por parte de las bacterias de los elementos más biodegradables. Como consecuencia de la acción de estas primeras bacterias mesófilas (Actúan a temperaturas medias, aproximadamente hasta 50° C) se comienza a calentar la pila de residuo y se observa la emanación de vapor de agua en la parte superior de la materia vegetal. **Fase termófila:** Dependiendo del material de partida y de las condiciones ambientales, el proceso puede durar entre una semana, en sistemas acelerados, y uno o dos meses en sistemas de fermentación lenta. Como consecuencia de la intensa actividad de las bacterias y el aumento de la temperatura alcanzado en la pila de residuos, provoca la aparición de organismos termófilos (bacterias y hongos). Estos organismos actúan a temperaturas mayores (entre 60 y 70° C), produciendo una rápida degradación de la materia. La temperatura alcanzada durante esta fase del proceso garantiza la higienización y eliminación de gérmenes patógenos, larvas y semillas. Pasado este tiempo disminuye la actividad biológica y se estabiliza el medio. **Fase de maduración:** Es un período de fermentación lenta (puede llegar a durar 3 meses), en el que la parte menos biodegradable (la más resistente) de la materia orgánica se va degradando. La temperatura de la pila va disminuyendo lentamente al igual que la actividad de las bacterias, produciéndose la colonización de la pila por todo un mundo de organismos y microorganismos que ayudan a la degradación de esas partes menos biodegradables del residuo.

Propiedades de la materia orgánica.

Propiedades físicas. Confiere al suelo un determinado color oscuro. Estructura. Influye tanto en la formación como en la estabilización de los agregados. Las sustancias húmicas tienen un poder aglomerante, se unen a la fracción mineral y dan buenos flóculos en el suelo originando una estructura grumosa estable, de elevada porosidad, lo que implica que la permeabilidad del suelo sea mayor. Tiene una gran capacidad de retención de agua lo que facilita el asentamiento de la vegetación, dificultando la acción de los agentes erosivos. La temperatura del suelo es mayor debido a que los colores oscuros absorben más radiaciones que los claros. Protege al suelo de la erosión. Los restos vegetales y animales depositados sobre la superficie del suelo lo protegen de la erosión hídrica y eólica. Por otra parte, como ya hemos mencionado, el humus tiene un poder aglomerante

y da agregados que protegen a sus partículas elementales de la erosión. Protege al suelo de la contaminación. La materia orgánica adsorbe plaguicidas y otros contaminantes y evita que estos percolen hacia los acuíferos. Aumenta el rango de humedad en el que el suelo se comporta como friable (consistencia ideal para realizar el laboreo), debido a su capacidad de absorber agua y no manifestar plasticidad. Disminuye la densidad aparente del suelo ya que posee menor densidad (1.1 - 1.5 grs/cm³) que la fase inorgánica (2.65 grs/cm³) y además genera porosidad en el suelo (Labrador, 2002).

Propiedades químicas y fisicoquímicas. Las sustancias húmicas tienen propiedades coloidales, debido a su tamaño y carga (retienen agua, hinchán, contraen, fijan soluciones en superficie, dispersan y flocculan). La materia orgánica es por tanto una fase que reacciona con la solución del suelo y con las raíces. Capacidad de cambio. La materia orgánica fija iones de la solución del suelo, los cuales quedan débilmente retenidos, están en posición de cambio, evitando por tanto que se produzcan pérdidas de nutrientes en el suelo. La capacidad de cambio es de 3 a 5 veces superior a la de las arcillas, es por tanto una buena reserva de nutrientes. Influye en el pH. Produce compuestos orgánicos que tienden a acidificar el suelo. Influye en el estado de dispersión/floculación del suelo. Es un agente de alteración por su carácter ácido. Descompone los minerales (Labrador, 2002).

Beneficios de la materia orgánica

Roman *et al* (2013) resalta los siguientes beneficios **Mejora las propiedades físicas:** Facilitando el manejo del suelo para las labores de arado o siembra. Aumentando la capacidad de retención de la humedad del suelo. Reduciendo el riesgo de erosión. - Ayudando a regular la temperatura del suelo (temperatura edáfica). Reduciendo la evaporación del agua y regulando la humedad. **Mejora las propiedades químicas:** - Aportando macronutrientes, como N, P, K y micronutrientes. Mejorando la capacidad de intercambio de cationes. **Mejora la actividad biológica:** Aportando organismos (como bacterias y hongos) capaces de transformar los materiales insolubles del suelo en nutrientes para las plantas y degradar sustancias nocivas. Mejorando las condiciones del suelo y aportando carbono para mantener la biodiversidad de la micro y macrofauna (lombrices).

Según Funez *et al* (2004) las bondades que genera el uso de la materia orgánica son: Ayuda a la estabilización de la acidez del suelo. Actúa como agente quelatante del aluminio. Mejora la capacidad de intercambio del suelo y microorganismos del suelo. Actúa como quelatante de micros nutrientes previniendo su lixiviación y evita la toxicidad de los mismos. Regula los fenómenos de adsorción especialmente la inactivación de plaguicidas. Mejora la cohesión y estabilidad de los agregados del suelo. Disminuye la densidad aparente. Aumenta la capacidad del suelo para retener agua. Es fuente energética de los microorganismos especialmente por sus compuestos de carbono. Estimula el desarrollo radicular y la actividad de los macro. Durante el proceso de interacción de materia orgánica y microorganismos de suelo se genera la producción de sustancias fungistáticas como fenoles y antibióticos por parte de bacterias y hongos.

Parámetros del proceso de compostaje

Menciona los factores que intervienen son complejos, pero se pueden señalar como importantes:

Temperatura: En cada fase del proceso intervienen una serie de microorganismos, cada uno de ellos con un rango de temperatura diferente.

Fase de latencia y crecimiento: 15-45° C; *Fase termófila:* 45-70° C; *Fase de maduración:* inferior a los 40° C (Rodríguez, 2008). Respecto a la temperatura Román *et al* (2013) refiere que la temperatura tiene un amplio rango de variación en función de la fase del proceso. El compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente. Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización.

Humedad: Este factor es indispensable para los microorganismos, ya que el agua es el medio en el que viven, se desplazan y se alimentan. En la práctica del compostaje, siempre se ha de evitar una humedad elevada porque desplazaría al oxígeno y, en consecuencia, el proceso pararía a ser anaeróbico (ausencia de aire) o, lo que es lo mismo, una

putrefacción. Por otra parte si la cantidad de humedad de la pila de residuo es baja, se produce la disminución de la actividad de los microorganismos y en consecuencia el proceso se retrasa. Hemos de tener en cuenta, que el propio calor generado en el proceso provoca la disminución de la humedad. Consideramos como niveles óptimos, humedades del 40 al 60%, dependiendo de la mezcla de materiales más o menos fibrosos del contenido de la pila (Rodríguez, 2008).

Al respecto Román *et al* (2013) menciona que la humedad es un parámetro estrechamente vinculado a los microorganismos, ya que, como todos los seres vivos, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular. La humedad óptima para el compost se sitúa alrededor del 55%, aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje (ver sección sobre Tamaño de Partícula). Si la humedad baja por debajo de 45%, disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta (>60%) el agua saturará los poros e interferirá la oxigenación del material. En procesos en que los principales componentes sean substratos tales como aserrín, astillas de madera, paja y hojas secas, la necesidad de riego durante el compostaje es mayor que en los materiales más húmedos, como residuos de cocina, hortalizas, frutas y cortes de césped. El rango óptimo de humedad para compostaje es del 45% al 60% de agua en peso de material base.

Aireación: El oxígeno es fundamental para que los microorganismos puedan descomponer la materia orgánica. Por ello, el aporte de aire en todo momento debe ser idóneo para mantener la actividad microbiana, que, dan lugar a la aparición de olores y a un producto de inferior calidad. Para que no se inicie el proceso anaeróbico, debe superarse un mínimo del 10% de aireación. Es importante controlar los materiales introducidos en la pila, ya que, muchos restos vegetales, en especial césped, tienden a apelmazarse y provocar putrefacciones (Rodríguez, 2008).

pH

El pH del compost depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoniaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al

neutro. El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,0 - 7,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5-8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2 (Román *et al*, 2013).

Relación Carbono-Nitrógeno (C:N)

Según Castillo *et al* (2002) es necesario para que ocurra un proceso adecuado de compostaje, un balance entre los materiales con una concentración de carbono (residuos de color marrón), empleados para generar energía, y materiales con una concentración alta de nitrógeno (residuos de color verde) que son necesarios para el crecimiento y la reproducción. La relación teórica e ideal para una fabricación rápida se ubica entre 25 y 35. Con relaciones menores se volatiliza mucho nitrógeno y con relaciones mayores la descomposición orgánica es muy lenta (Castillo *et al*, 2002). Según Thivierge & Seito (2005), un factor muy determinante en la calidad del compost es la velocidad de descomposición del mismo y ésta a su vez depende de la proporción existente de carbono/nitrógeno (C/N) del material ya que está y tendría que tener valores antes mencionados. Según los resultados obtenidos con estas relaciones altas de C/N ocurrirá inmovilización de N. Como lo señala Vansintjan & Vega (2002) el efecto de la inmovilización se muestra desde una relación C/N más alta de 35:1. Esto se da cuando los microorganismos toman N mineral del suelo para convertirlo en proteína microbiana el proceso se conoce como Inmovilización. Rastrojos con valores superiores inducirán a la inmovilización de N mineral en el tejido microbiano.

Según Román *et al* (2013) la relación C: N varía en función del material de partida y se obtiene la relación numérica al dividir el contenido de C (%C total) sobre el contenido de N total (%N total) de los materiales a compostar. Esta relación también varía a lo largo del proceso, siendo una reducción continua, desde 35:1 a 15:1. Para mayor información (según la tabla 03 del anexo 02).

Tamaño de partícula

Tamaño de las partículas En el proceso de compostaje el tamaño de los residuos orgánicos juega un papel muy importante. Las partículas demasiado grandes presentan poca superficie de contacto para ser atacadas por los microorganismos haciendo que el tiempo

de procesamiento se alargue, el tamaño ideal de las partículas debe ser de 3 a 6 cm. Si en nuestra parcela contamos con rastrojos de cosecha es necesario picarlos con machete o picadora mecánica, antes de mezclarlos con los excretas de los animales (APROLAC, 2007). Para Román *et al* (2013) la actividad microbiana está relacionada con el tamaño de la partícula, esto es, con la facilidad de acceso al sustrato. Si las partículas son pequeñas, hay una mayor superficie específica, lo cual facilita el acceso al sustrato. El tamaño ideal de los materiales para comenzar el compost es de 5 a 20 cm. La densidad del material, y por lo tanto la aireación de la pila o la retención de humedad, están estrechamente relacionados con el tamaño de la partícula, siendo la densidad aproximadamente 150 -250 kg/m³, conforme avanza el proceso de compostaje, el tamaño disminuye y, por tanto, la densidad aumenta, 600-700 kg/m³.

Materia orgánica.

Antes de iniciar el proceso de compostaje, es necesario hacer una evaluación de la ubicación de los residuos orgánicos como estiércoles de Vacuno, Bovino, Cuy, rastrojos de cosecha entre otros. Además es importante determinar la cantidad y calidad de la materia orgánica que se dispone semanal, mensual y/o anual, para elaborar un programa de producción de EM-Compost que puede ser utilizado en la misma chacra y/o destinar a la venta. Otras consideraciones a tener en cuenta son el porcentaje de humedad y el grado de descomposición de los residuos orgánicos. Entre más fresco están los residuos mayor es la calidad nutricional (APROLAC, 2007).

La materia orgánica es uno de los más importantes componentes del suelo. Si bien nos imaginamos que es un solo compuesto, su composición es muy variada, pues proviene de la descomposición de animales, plantas y microorganismos presentes en el suelo o en materiales fuera del predio. Es justamente en esa diversa composición donde radica su importancia, pues en el proceso de descomposición, muy diversos productos se obtienen, que actúan como ladrillos del suelo para construir materia orgánica. Aunque no existe un concepto único sobre la materia orgánica del suelo, se considera que la materia orgánica es cualquier tipo de material de origen animal o vegetal que regresa al suelo después de un proceso de descomposición en el que participan microorganismos. Puede ser hojas, raíces muertas, exudados, estiércoles, orín, plumas, pelo, huesos, animales muertos, productos de microorganismos, como bacterias, hongos, nematodos que aportan al suelo

sustancias orgánicas o sus propias células al morir. Estos materiales inician un proceso de descomposición o de mineralización, y cambian de su forma orgánica (seres vivos) a su forma inorgánica (minerales, solubles o insolubles). Estos minerales fluyen por la solución de suelo y finalmente son aprovechados por las plantas y organismos, o estabilizados hasta convertirse en humus, mediante el proceso de humificación (Román *et al*, 2013).

Rodríguez (2008) menciona que para obtener un buen compost lo mejor es utilizar una gran variedad de materiales. Cuanto más triturados estén, más rápido obtendremos el compost. Toda la materia introducida debe ser orgánica. Es recomendable mezclar materiales de rápida descomposición con los de lenta. **Materiales de rápida descomposición:** Hojas frescas; Restos de la siega de césped; Estiércol de animales de corral; Malezas jóvenes. **Materiales de descomposición lenta.** Pedazos de fruta y verdura; Bolsas de infusiones y posos de café; paja y heno viejo; Restos de plantas; Estiércoles pajizos (caballos, burros y vacas); Flores viejas y plantas de macetas; Desbroces de setos jóvenes; Malezas perennes; Lechos de hámster, conejos y otros animales domésticos (herbívoros). **Descomposición muy lenta:** Hojas de otoño, Desbroces de setos duros, Ramas podadas, Serrín y virutas de madera no tratada, Cáscaras de huevo, Cáscaras de frutos secos, Lanos e hilos naturales, Pelos y plumas, Huesos de frutos (melocotón, aguacate, aceitunas, etc.)

Tamaño de la pila o volumen en compost

Las dimensiones de la pila de compostaje influyen básicamente en la aireación y temperatura de la pila, y por lo tanto en la transformación adecuada del material orgánico. Es importante mencionar que no existen medidas estándar de las dimensiones de pilas, sin embargo se recomienda un ancho entre 0.8 a 1.50 m, una altura de 1.00 a 1,20 m y el largo dependerá de la disponibilidad del terreno. La altura puede variar según el clima de la zona, en climas cálidos se trabaja menor altura para que la pila no caliente en exceso y en climas fríos pilas más altas para mantener la temperatura. Es necesario para esto producir y determinar la altura de la pila para cada localidad (APROLAC, 2007). La siguiente tabla detalla los parámetros para el compostaje.

Tabla 01: Parámetros del compostaje

| Parámetro | Rango ideal al comienzo (2 a 5 días) | Rango ideal para compost en fase termófila II (2 a 5 semanas) | Rango ideal del compost maduro (3 a 6 meses) |
|------------------------------|--------------------------------------|---|--|
| C:N | 25:1 – 35:1 | 15/20 | 10:1 – 15:1 |
| Humedad | 50% - 60% | 45%-55% | 30% - 40% |
| Concentración de oxígeno | ~10% | ~10% | ~10% |
| Tamaño de partícula | <25 cm | ~15 cm | <1,6 cm |
| pH | 6,5 – 8,0 | 6,0-8,5 | 6,5 – 8,5 |
| Temperatura | 45 – 60°C | 45°C-Temperatura ambiente | Temperatura ambiente |
| Densidad | 250-400 kg/m ³ | <700 kg/m ³ | <700 kg/m ³ |
| Materia orgánica (Base seca) | 50%-70% | >20% | >20% |
| Nitrógeno Total (Base seca) | 2,5-3% | 1-2% | ~1% |

Fuente: APROLAC, 2007

Microbiología del proceso de compost

La pila de compost es un conjunto microbiológico donde las bacterias comienzan el proceso de fermentar la materia orgánica. Los hongos y protozoos se unen a las bacterias y después los miriódodos, insectos y gusanos de tierra hacen su trabajo (Gallardo, 2013).

La pila de compostaje constituye un ecosistema en el que diversas poblaciones microbianas constituidas por bacterias, hongos y actinomicetos, degradan secuencialmente la materia orgánica en presencia de oxígeno generando un producto estable humificado junto con gases, agua y calor como residuos del metabolismo microbiano. El tipo predominante de microorganismos depende de las condiciones nutricionales y ambientales, en cuyas variaciones intervienen sus propias actividades. El compost es una compleja interacción entre los restos orgánicos, los microorganismos,

aireación, y la producción de calor. Es importante como influyen estos parámetros en el ecosistema microbiano para mejorar la eficiencia del proceso y permitir su control. Este control debe dirigirse tanto a la aceleración de la transformación de la materia orgánica, como a la minimización de cualquier riesgo medioambiental (Moreno & Morral, 2008).

Fertilización

El compost contiene elementos fertilizantes para las plantas, aunque en forma orgánica y en menor proporción que los fertilizantes minerales de síntesis. Una de las mayores ventajas del uso de compost como aporte de materia orgánica es que en él se encuentran presentes nutrientes tanto disponibles como de lenta liberación, útiles para la nutrición de las plantas. Por otra parte, el compost presenta un alto contenido de materia orgánica con las ventajas que ello conlleva. Se recomienda, antes de hacer aplicaciones tanto de compost o materia orgánica, como de fertilizantes minerales, realizar un análisis de suelo para controlar los niveles de nutrientes y ajustar la fertilización en función de la liberación que se produzca y de las necesidades del cultivo (Román *et al* 2013).

La siguiente tabla detalla la información respecto a la composición del compost:

Tabla 02: Contenido de N, P, K en el compost

| Nutriente | % en compost |
|------------------|--|
| Nitrógeno | 0,3% – 1,5% (3g a 15g por Kg de compost) |
| Fósforo | 0,1% – 1,0% (1g a 10g por Kg de compost) |
| Potasio | 0,3% – 1,0% (3g a 10g por Kg de compost) |

Fuente: Jacob, 1961

El Bio2 Pro Humus.

BIO2 Cultivos Inteligentes (2015) define al **Bio2 Pro humus** como un biocatalizador natural que promueve la producción de compuestos húmicos de alta calidad, mediante el aprovechamiento de la materia orgánica de desecho, para generar abono orgánico de alta calidad. Además, optimiza el proceso de compostaje. Agiliza y facilita el manejo y tratamiento de residuos, mediante la fácil gestión del compostaje. Acelera la descomposición de materia vegetal encamas al suelo, como el Mulch, Rastrojo, etc. y facilita su sana integración al suelo. En establos o granjas apoya el aprovechamiento y

gestión limpia del estiércol como abono orgánico: Reducción de malos olores y la presencia de moscas en las grajas o establos, previniendo enfermedades en los animales. El anexo 04 detalla la información comercial de dicho producto orgánico.

Es importante resaltar la certificación orgánica con que cuenta dicho producto, tal como podemos comprobar con el certificado que se muestra en el anexo 03.

BIO2 Cultivos Inteligentes (2015) dentro de los **beneficios generales del Bio2 Pro humus, menciona:**

- Genere su propio humus de alta calidad, mediante el aprovechamiento de materia orgánica de desecho.
- Ahorro de energía y mano de obra, mayor respeto del medio ambiente.
- Mejora el aprovechamiento de los fertilizantes.
- Reduce costos.
- Amplia la capacidad de aprovechamiento de abonos orgánicos.
- Ahorro de costos en fertilizantes, debido a su menor dosificación.
- Disminuye volumen de desechos
- Evita malos olores.

Respecto al efecto y el uso de la misma, lo detalla en la tabla siguiente:

Tabla 03: Usos y efectos

| Usos | Efectos |
|---|---|
| Bio2 Pro humus en composta, lombricomposta, etc., para la obtención de un abono fertilizante en menor tiempo y con mayor calidad. | La composta enriquecida con microorganismos que permiten alta digestión de fibras de celulosa y lignina. |
| Bio2 Pro humus en la preparación de terrenos agrícolas y acelerada descomposición de materia vegetal en camas. | Adiciona compuesto que estimulan el ambiente aeróbico y crecimiento activo de los microorganismos. Acelera y equilibra la temperatura durante la fase termófila para la máxima esterilización. |
| Bio2 Pro humus en establos o granjas apoya el aprovechamiento y | Licua el estiércol. Disuelve capas secas en canales y tanques. No es necesario el uso de medios mecánicos. |

gestión limpia del estiércol como abono orgánico.

Mejora el valor del abono fértil debido a la eliminación de amoníaco.

Evite la “quema” de los cultivos (hojas) cuando el estiércol se pulveriza sobre los campos.

Abono fértil sin olor desagradable.

Aumenta la cosecha y el rendimiento en el cultivo.

Ecológico, económico y fiable.

Fuente: BIO₂ Cultivos Inteligentes (2015)

Procedimiento para la elaboración de compostaje con Bio₂Prohumus.

Vilca (2015) propone el siguiente proceso para la elaboración de compostaje utilizando Bio₂Prohumus:

Paso 1: Preparación del Terreno. El lugar donde se va a formar las pilas debe estar nivelado, limpio y sin piedras, para evitar que existan elementos que afecten y/o dificulten el proceso de compostaje.

Paso 2: Formación de las camas o pilas con los residuos orgánicos: Se procede a colocar la primera capa, la cual corresponde al sustrato según los tratamientos en estudio, cada capa debe tener una altura de 10 cm. Se construirán tantas capas en relación a la cantidad de sustrato a utilizar en cada pila hasta completar 500 kg., en total se construirán 12 pilas. La dimensión de cada pila es de 2m de largo por 1 m de ancho y la altura hasta completar los 500 kg., de sustrato

Paso 3. Aplicación del biocatalizador Bio₂ Prohumus:

Paralelo al proceso de colocación de las capas de los diferentes residuos orgánicos, se va aplicando el biocatalizador diluido en una bomba de mochila de 20 l, empleando una dosis de 80 g, para el sustrato estiércol de cuy y 160 g para el sustrato bagazo de caña.

Paso 4. Volteos, control de humedad y Temperatura: Cada siete días se realizaran los respectivos volteos, para favorecen las mejores condiciones de aireación, paralelamente agregando agua para mantener las condiciones de humedad (control manual), momento en el cual se realizaran los respectivos controles de temperatura.

Paso 5. Cosecha del Compostaje: Después de los 60 días aproximadamente de construidas las pilas de compostaje se realizara la evaluación visual y al tacto y olfato del compostaje a cosechar. Dependiendo de las condiciones del mismo se determinara su

condición para poder ser utilizado. Si el compost se encuentra en condiciones óptimas se tomaran las muestras de cada una de las pilas (2 en cada pila), para luego formar una sola muestra (500 g aproximadamente), que representara a cada combinación de tratamiento, haciendo un total de 4 muestras, las que serán enviadas al laboratorio para el análisis e interpretación de los resultados.

5. Hipótesis.

La utilización del biocatalizador Bio2 Pro humus acelera el proceso de descomposición de compost en el sector San Dionicio del valle del Santa - Ancash 2016.

6. Objetivos.

General.

Evaluar el efecto del biocatalizador orgánico Bio2 pro humus en la aceleración del proceso de compost en el sector San Dionicio del valle de Santa - Ancash 2016.

Objetivos específicos.

1. Determinar la dosis apropiada del biocatalizador orgánico Bio2 pro humus que acelere el proceso de compost en el sector San Dionicio del valle de Santa - Ancash 2016.
2. Determinar el tiempo que requiere el biocatalizador orgánico Bio2 pro humus en la producción de compost.

II. METODOLOGIA DE TRABAJO

En el presente trabajo, el tipo de investigación fue aplicada, ya que se llegó a obtener los conocimientos en el efecto causado por el biocatalizador orgánico Bio2 pro humus para mejorar la aceleración del proceso de compost en el área en estudio. También podemos decir que el estudio fue experimental porque nos permite evaluar los efectos del biocatalizador para generar un incremento en la velocidad de producción de compost.

Para este trabajo experimental se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (D.B.C.A), con tres tratamientos y tres repeticiones. Cada tratamiento estuvo conformado por una cama o pila La dimensión de cada pila fue de 2 m de largo por 1 m de ancho y 20 cm de altura.

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en el sector San Dionicio, valle del Santa, provincia del Santa, departamento de Ancash, con las coordenadas: Latitud Sur 08°59'04" y Longitud Oeste 78°37'14"; a 6 msnm; la temperatura de la zona en estudio es de tipo sub tropical árido (máxima 24°C y mínima 15°C), Humedad Relativa promedio de 80%, con casi nula precipitación fluvial.

Procedimiento para la elaboración de compostaje con Bio2 Prohumus.

Preparación del Terreno

La elaboración de compost requirió de condiciones adecuadas de limpieza y ubicación; por lo que se tuvo cuidado en ubicar un área protegido de lluvias y fuertes vientos, cerca de una fuente de agua, libre de piedras y otros contaminantes. Una vez seleccionado el lugar para la ejecución del trabajo investigativo se procedió a limpiar y nivelar el terreno. El espacio utilizado fue 200 m². La fecha de inicio del proceso en campo fue el 05 de junio del 2017, utilizando como sustrato estiércol de ganado vacuno.



Figura 01: Área para el trabajo de campo

Formación de las camas o pilas con los residuos orgánicos:

Luego de la preparación del terreno procedimos a acondicionar la base de la cama (también llamada pila); para nuestro caso se consideró 1 m de ancho por 02 m de largo por 20 cm de altura. La cantidad total de sustrato fue de 450 kg de estiércol de ganado vacuno. La primera capa corresponde al sustrato. Se colocaron tantas capas como fueron necesarias hasta completar la cantidad establecida. Luego del cual se procedió a agregarles agua, con la finalidad de humedecer la materia orgánica y favorecer el proceso de descomposición.



Figura 02: formación de las camas

Aplicación del biocatalizador Bio2 Prohumus:

Paralelo al proceso de colocación de las capas de estiércol de ganado vacuno, se fue aplicando el biocatalizador diluido, utilizando una bomba de mochila de 20 l, empleando una dosis de 80 g, y 160 g de producto.



Figura 03: aplicación del biocatalizador Bio2 Prohumus en las camas de sustrato

Volteos, control de humedad y Temperatura

Es necesaria esta labor, ya que favorece el proceso de aireación; en nuestro caso se realizaron por 8 veces, con una frecuencia de 7 días, para facilitar el volteo se utilizó

lampa cuchara y rastrillo. En cada volteo se agregó también agua (el riego se efectuó por espacio de ½ hora aproximadamente) con el propósito de mantener las condiciones de humedad (control mediante termómetro). La temperatura siempre se midió en el interior para facilitar la tarea. Cabe mencionar que para este trabajo la materia orgánica quedó expuesta (no fue cubierta como algunos autores recomiendan). Los parámetros de temperatura y humedad fueron evaluados por 97 días, (es decir lo que duró el proceso de compostaje). Los datos obtenidos fueron registrados en una ficha de evaluación, para posteriormente analizarlas graficando el comportamiento de estas a lo largo de lo que duró todo el proceso de compostaje.

Cosecha del Compostaje: Antes de los 60 días de construidas las pilas de compostaje se realizaron las evaluaciones necesarias para dar por concluido el proceso e iniciar la cosecha. Estas evaluaciones fueron de tipo visual, al tacto y olfato del compostaje. Para nuestro caso exactamente a los 60 días de instalada las camas (dos meses) estuvo listo para poder ser utilizado. Por lo que se procedió a tomar las muestras de cada una de las pilas (2 en cada pila), para luego formar una sola muestra (500 g aproximadamente), las que fueron enviadas al laboratorio para el análisis respectivo. Para la cosecha se utilizó sacos de polietileno.



Figura 04: Evaluaciones previas a la cosecha

III. RESULTADOS

A continuación consignamos los datos recogidos en campo los cuales han sido tabulados utilizando el SPSS versión 24.

Tabla 04: Días de proceso de descomposición de materia orgánica de pilas con una cantidad de Bio2 Pro humus.

| Días de proceso de descomposición con dosis de Bio2 Prohumus | | | |
|--|------|------|-------|
| | 0 g | 80 g | 160 g |
| | 90 | 74 | 53 |
| | 97 | 60 | 60 |
| | 97 | 67 | 67 |
| X | 94,7 | 67 | 60 |

En la tabla anterior se puede apreciar que los días de proceso de descomposición son mayores cuando no se ha aplicado Bio2 Pro humus a las pilas de materia orgánica.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad (Shapiro – Wilk con $p > 0.05$ para los resultados de cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas (Contraste de Levene 0,211 con $p > 0,05$) de los días medios de las camas o pilas, se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla 05: Cálculo de ANOVA para diferencias entre medias de los días de proceso de descomposición con aplicación de Bio2 Pro humus en las pilas o camas.

| Origen | Suma de | cuadrados | gl | F | Sig | Media cuadrática |
|------------------------|----------|-----------|----|----------|-------|------------------|
| Dosis de BIO2 Prohumus | 2016,222 | 2 | 2 | 1008,111 | 0,001 | 26,452 |
| Error | 228,667 | 6 | 6 | 38,111 | | |
| Total | 2244,889 | 8 | 8 | | | |

En la tabla anterior se puede visualizar que el p-value < 0.001 ($0.001 < 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula. Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia los días medios de descomposición lograda en las pilas o camas de materia orgánica, con aplicación de Bio2 Prohumus (0 g, 80 g y 160 g) son diferentes.

Tabla 06: Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de los días de descomposición de la materia orgánica de las pilas o camas es diferente.

| Dosis de BIO2 Prohumus | Subconjunto para alfa = 0,05 | |
|------------------------|------------------------------|---------------|
| | 1 | 2 |
| 160 g | 60,0 | |
| 80 g | 67,0 | |
| 0 g | | 94,67 |
| | 0 g Bio2 Prohumus | 94,67 a |
| | 80 g Bio2 Prohumus | 67,0 b |
| | 160 g Bio2 Prohumus | 60,0 b |

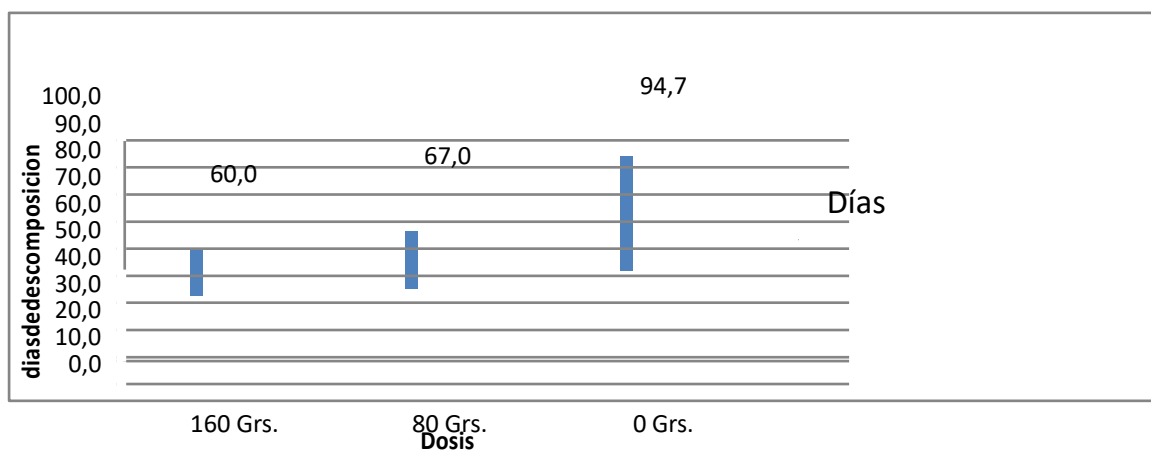


Figura 05: Pilas o camas por días de descomposición de la materia orgánica según la cantidad de Bio2 Prohumus (g).

En la tabla anterior y, después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las pilas o camas que tienen mayor días de descomposición es la que no recibió aplicación de Bio2 Prohumus (testigo); y tienen menor días cuando se aplica el producto Bio2 Prohumus en 80 g y 160 g.

Comportamiento de temperatura en el proceso de compostaje

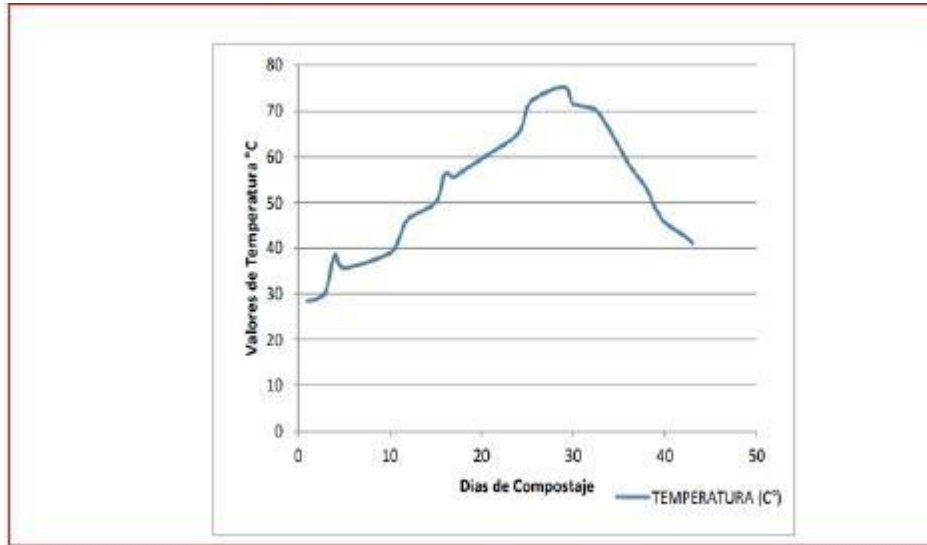


Figura 06: Comportamiento del parámetro de temperatura.

En la figura anterior se muestra el comportamiento que tuvo el parámetro de temperatura durante el proceso de compostaje (97 días). La temperatura fue incrementándose hasta alcanzar un registro máximo de 75,3 °C.

Comportamiento de humedad en el proceso de compostaje.

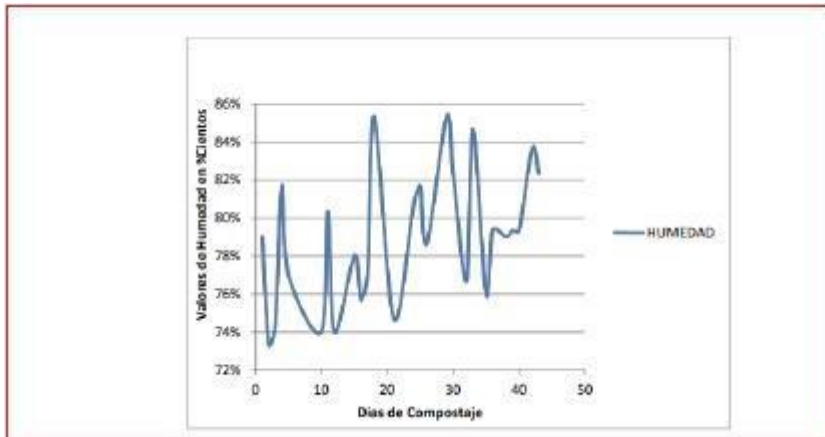


Figura 07: Comportamiento del parámetro de humedad.

De acuerdo a la figura anterior, podemos observar que la humedad interna de la cama del compost a lo largo de todo el proceso del compostaje tuvo muchas variaciones, manteniéndose en un margen de 70 a 86 % aproximadamente.

IV. ANALISIS Y DISCUSION

Con el uso del biocatalizador bio2 pro humus se ha declarado el proceso de descomposición del compost similar al efecto de los microorganismos (Carriello *et al*, 2007) así como el efecto de bio degradantes (Cabrera, 2012).

El uso de biocatalizadores en el proceso de descomposición mejora la composición química y la estructura del compost, tal como lo sostiene Salazar (2014).

Es nuestra intención incrementar el uso de materia orgánica en los cultivos por las grandes ventajas que estas acarrearán coincidiendo con Funez *et al* (2004) quien señala que la incorporación de materia orgánica contribuye al incremento (y sostenibilidad) de los niveles de fertilidad y a su vez al alza de los macro organismos (lombrices) y micro organismos presentes en el suelo, que contribuyen a reducir drásticamente las poblaciones de patógenos nocivos.

El proceso empleado en este trabajo de investigación fue de modo manual, sencillo de realizar por cualquier persona; esto coincide con lo que sostiene Altamirano y Cabrera (2008) donde resaltan que la elaboración manual de compost constituye una tecnología apropiada para países en vías de desarrollo, donde la mano de obra es relativamente barata y la tecnología sofisticada es costosa y, en muchos casos, difícil de manejar.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la aplicación del biocatalizador bio2 prohumus se acelera el proceso de compostaje en 30 días aproximadamente.

Existe diferencias significativas de los tratamientos con respecto al testigo; sin embargo no existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos concluyendo que es indiferente utilizar cualquiera de los tratamientos.

El tiempo promedio según el análisis de laboratorio que requiere el bio catalizador orgánico bio2 pro humus en la producción de compost es entre 60 y 67 días.

Se recomienda el uso de cualquiera de las dosis (80 y 160 g) del biocatalizador bio2 pro humus para acelerar el proceso de descomposición de compost.

Para investigaciones futuras, sería recomendable utilizar insumos diversificados, tanto de origen vegetal (restos de cocina, rastrojos), como animal (estiércol), porque los de origen vegetal tienen más carbono y el estiércol contiene más nitrógeno.

Sería muy beneficioso y de gran utilidad un estudio de factibilidad, a fin de evaluar las condiciones para un proyecto de producción de compost de bajo costo aprovechando los restos de las cosechas y estiércol de animales en la zona.

Seguir con los trabajos de investigación similares en otras zonas y en diferentes épocas del año.

VI. DEDICATORIA

A mis padres por su sacrificio y esfuerzo por darme una carrera para mi futuro y creer en mi capacidad aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado brindándome su comprensión cariño, y amor.

A mi amado hijo **Zaid Joseph** por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depara una vida mejor.

A mis hermanos quienes con sus palabras de aliento no me dejaban caer para seguir adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante estos cinco años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Gracias a todos

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano, M.; Cabrera, C. (2008). *Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual*. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol9_n17/a10.pdf.
- BIO₂ Cultivos Inteligentes (2015). *BIO₂ vital. Aditivo orgánico que optimiza la producción vegetal*. Boletín de BIO₂ a brand of HIDRO₂. Tecnología alemana. En bio-optimización.
- Brown, D. et al (2003). *Guía Para la Gestión del Manejo de Residuos Sólidos Municipales*. PROARCA (Programa Ambiental regional para Centroamérica). [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/0B75C6D498BD00DA05257D6C00530D21/\\$FILE/Gu%C3%ADaGesti%C3%B3nManejoResiduosS%C3%B3lidos.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/0B75C6D498BD00DA05257D6C00530D21/$FILE/Gu%C3%ADaGesti%C3%B3nManejoResiduosS%C3%B3lidos.pdf).
- Cabrera, J. (2012). *Comparativo de tres biodegradantes en la elaboración de compost en Santa Ana - La Convención*. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad San Antonio de Abad Cuzco <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/1123>.
- Cariello, M.; Castañeda, L.; Riobo, I.; González, J. (2007). *Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso compostaje de residuos sólidos urbanos*. Universidad Nacional de Entre Ríos. Argentina http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0718-27912007000300003&script=sci_arttext&tlng=es.
- Castillo, A; Eresue, M; Rodríguez, L; Rugama, J, A. (2002). *Manejo integrado de la fertilidad de los suelos en Nicaragua*. Managua, Nicaragua. 130 pp. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0365-28072000000100008&script=sci_arttext.

- Ecosur. (s/f). *Compost*. <http://www.ecocomunidad.org.uy/ecosur/txt/compost.htm>
- FONCODES (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus*. <http://www.paccperu.org.pe/publicaciones/pdf/126.pdf>.
- Fúnez, R.; Trejo, A.; Pineda, A. (2004). *Manual técnico: Un enfoque de manejo integrado para el sostenimiento de la fertilidad de los suelos y la nutrición de los cultivos*. Centro de investigación y capacitación “Jesús Aguilar Paz” La Fe, Ilima, Santa Bárbara. <file:///C:/Users/AGRONOMIA/Downloads/Manual%20Tecnico.pdf>.
- Gallardo, K. (2013). *Obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con geomembrana*. Tesis para optar el grado académico de Maestro en ciencias con mención en minería y medio ambiente. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú. http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1222/1/gallardo_mk.pdf.
- García, C.; Félix, J. (2014). *Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales*. Fundación Produce Sinaloa A.C. <https://drive.google.com/file/d/1PJd8rweCmvcaVVjqkFx8xYLxbBx-BH8Z/view>
- Jacob, A., Uexkull, H. 1961. *Fertilización. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales*. Internationales Handelmaatschappij voor Meststoffen, Amesterdam.
- Jones P, Martin M. (2003). *A review of the literature on the occurrence and survival of pathogens of animals and humans in green compost*. In: Health IfA, editor. Oxon, UK2003. p. 33.
- Labrador, J. (1996). *La materia orgánica en los agrosistemas* (2ª ed.). Mundi-prensa Libros, S.A. España
- Navarro, R. (s/f). *Manual para hacer composta Aeróbica*. Amigos de la tierra, El Salvador. <https://www.sannicolos.gov.ar/ecohabitos/materialdelectura/compost.pdf>.

Moreno, J & Moral, R. (2008). Compostaje. Ed. Mundiprensa.
<https://books.google.com.pe/books?isbn=8484764796>.

Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú
Capacítate Perú (APROLAB). (2007). *Manual para la producción de compost con
microorganismos eficaces*. Programa PASE, Fe y Alegría. [http://www.em-
la.com/archivos-de-usuario/base_datos/manual_para_elaboracion_de_compost.pdf](http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/manual_para_elaboracion_de_compost.pdf).

Rojas, F.; Zeledón, E. (2007). *Efecto de diferentes residuos de origen vegetal y animal
en algunas características física, química y biológica del compost*. Hacienda las
mercedes, Managua. 2005. Universidad Agraria Nicaragua.
<http://repositorio.una.edu.ni/2036/1/tnq02r741.pdf>.

Román, P.; Martínez, M.; Pantoja A. (2013). *Manual del compostaje del agricultor*.
Experiencias en América Iantina. FAO. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>.

Rodríguez, J. (2008). *Manual de compostaje*. Amigos de la tierra. Ministerio de Medio
Ambiente y Medio Rural y Marino, España. [http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-
evaluacion-ambiental/publicaciones/manual_de_compostaje_2011_paginas_1-
24_tcm7-181450.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-
evaluacion-ambiental/publicaciones/manual_de_compostaje_2011_paginas_1-
24_tcm7-181450.pdf).

Salazar, T. (2014). *Actividad microbiana en el proceso de compostaje aerobio de
residuos sólidos orgánicos*. Revista científica UPEU. Vol 3 Num. 2.
<http://revistascientificas.upeu.edu.pe/index.php/riu/article/view/524>.

Soto, G. & Muñoz, C. (2002). *Consideraciones teóricas y prácticas sobre el compost, y
su empleo en la agricultura orgánica*. Revista Agricultura orgánica. N° 65, p 123-129.
[http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5955/A2037e.pdf
f?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5955/A2037e.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Suaña, M. (2013). *Compostaje de residuos orgánicos y de lenteja de agua (Lemna sp.)
Con aplicación microorganismos eficaces*. Universidad Nacional del Altiplano. Tesis
para optar el grado académico de: Magister Scientiae en Agroecología.

<http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/446/EPG429-00429-01.pdf?sequence=1>.

Suasaca, A.; Ccamapaza, C. & Huanacuni, T. (2009). *Mejoramiento de capacidades técnico productivas para la competitividad de los cultivos andinos de papa nativa, haba y cañihua en la región Puno*. Producción, manejo y aplicación de abonos orgánicos. Boletín N° 02. Dirección General Agraria Puno. http://www.agropuno.gob.pe/sites/default/files/documentos/biblioteca/abono_organico.pdf.

Trivierge, C. & Seito, M. (2005). *Nuevas Tecnologías de vivero en Nicaragua, bandejas y sustratos mejorados-compost*. Primera edición. Managua, Nicaragua. Pp 23-43.

Uribe, J.; Estrada, M.; Córdoba, S.; Hernández, L.; Bedoya, D. (2001). *Evaluación de los Microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3243655>.

Vansintjan, G y Vega, E. (1992). *La materia orgánica en el suelo y la aplicación de abonos orgánicos*. Managua, Nicaragua. 26 pp.

Vásquez, M.; Prada, P.; Mondragón, M. (2010). *Optimización del proceso de compostaje de productos postcosecha (cereza) del café con la aplicación de microorganismos nativos*. <http://www.unicolmayor.edu.co/publicaciones/index.php/nova/article/view/163>.

Vilca, D. (2015). *Utilización de biocatalizadores naturales en la producción de compostaje de calidad, aplicado en sustratos de origen animal y vegetal*. Universidad Nacional de Cajamarca. Tesis para optar el título de Zootecnista.

Yanque, L. (2014). *Importancia de los abonos orgánicos en la agricultura*. Revista científica UPEU. Vol 3 Num. 1. <http://revistascientificas.upeu.edu.pe/index.php/riu/article/view/42>.

ANEXOS Y APÉNDICE

APENDICE 01: VISTAS FOTOGRAFICAS DEL TRABAJO DE CAMPO



Figura 01: Recolección del sustrato



Figura 02: Separación de los tratamientos



Figura 03: Recolección del sustrato



Figura 04: Aplicación del biocatalizador

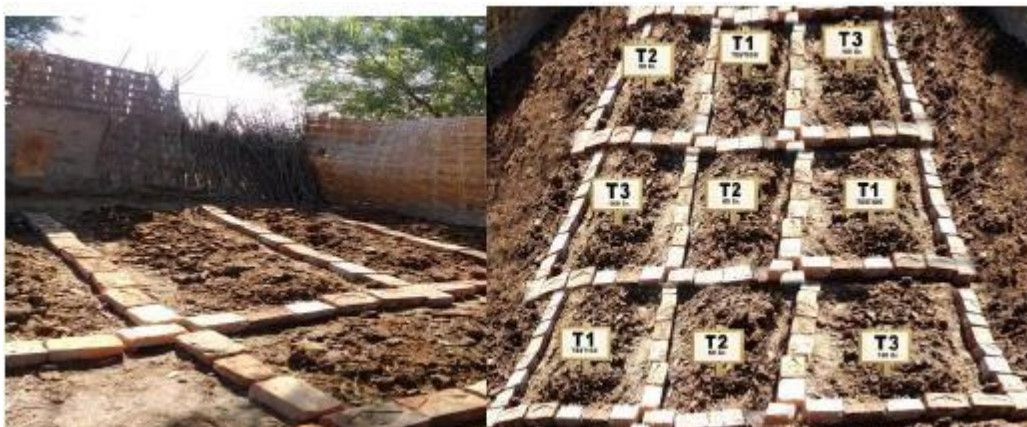


Figura 05: Distribución de los tratamientos en estudio

APÉNDICE 01: ANALISIS DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO IE17/FO-0034

| | | | |
|----------------------------|--|----|------------|
| CLIENTE | Mario Miguel Orue Cruz | | |
| DIRECCION | AV. ALEJANDRO BERTELLO BOLATI MZA. V LOTE. 18 URB. ALBINO HERRERA 1RA ETAPA - CALLAO | | |
| TELEFONO | 937 312 787 | | |
| E-MAIL | oruemar@gmail.com | | |
| TIPO DE MUESTRA | Materia Orgánica | | |
| LUGAR/ ZONA / FUNDO | -- | | |
| ENSAYOS SOLICITADOS | Según Presupuesto FORG20170055 | | |
| FECHA DE RECEPCION | 02/12/2017 | | |
| FECHA DE ENSAYO | 04/12/2017 | al | 07/12/2017 |



IMPORTANTE

A excepción de la Humedad, los resultados están reportados en base seca; debido a las características físicas de la muestra se realizó el ensayo de pH y C.E. en relación (1/10).

Los resultados emitidos en este Informe son de uso exclusivo del cliente. ANOBA LAB SAC no pretende interpretar, concluir o direccionar alguna situación en particular con la emisión de este documento.

Los resultados corresponde únicamente a las muestras recibidas cuya identificación se contempla en este informe. ANOBA LAB SAC no asume responsabilidad por defectos en el muestreo, acondicionamiento y/o transporte que afecte la naturaleza de la muestra y/o su comportamiento durante los ensayos analíticos.

Se tendrá la contramuestra bajo custodia por 45 días adicionales luego de expedir el informe. el Cliente tiene todo el derecho de solicitar dicha contramuestra durante el tiempo establecido, pasado dicho plazo, ANOBA LAB SAC, procederá con su eliminación final.

IE17/FO-0034
Página 1 de 3

Jr. San hidro N°384 - Lima 07
Cel: 992586816 / 941987225 / 945827593
info@anoba.com.pe www.anoba.com.pe

Figura 06: informe de ensayo
Fuente: Laboratorios ANOBA, 2017

RESULTADOS

| | ID ANOBA | F117-0049 | F117-0050 |
|-------------------|----------------|--------------|-----------|
| | Código cliente | Cuadro 1 y 2 | Corral |
| PARAMETROS | Unidades | Resultado | Resultado |

FISICO - QUIMICOS

| | | | |
|--------------------------------|-------|-------|-------|
| pH (1/10) | - | 9,16 | 9,36 |
| Conductividad Eléctrica (1/10) | mS/cm | 16,76 | 16,28 |
| Humedad | % | 34,91 | 26,93 |
| Materia Orgánica Total | % | 49,8 | 39,01 |

MACRO ELEMENTOS

| | | | |
|---------------|--------------------------------|------|------|
| Calcio (Ca) | %CaO | 3,48 | 4,05 |
| Magnesio (Mg) | %MgO | 1,56 | 1,90 |
| Potasio (K) | %K ₂ O | 3,78 | 3,79 |
| Fósforo (P) | %P ₂ O ₅ | 1,19 | 1,30 |
| Nitrógeno (N) | % | 2,07 | 1,84 |

ELEMENTOS TOXICOS

| | | | |
|------------|---|------|------|
| Sodio (Na) | % | 2,68 | 3,03 |
|------------|---|------|------|



Figura 07: Resultados de laboratorio
Fuente: Laboratorios ANOBA, 2017

REFERENCIAS

| Parametro | unidad | LDD | Metodología |
|--------------------------------|--------------------------------|------|--|
| pH (1/10) | - | 2,00 | Test Methods for the Examination of Composting and Compost - TMECC. 04.11 Electrometric pH Determinations for Compost. |
| Conductividad Eléctrica (1/10) | mS/cm | 0,07 | Test Methods for the Examination of Composting and Compost - TMECC. 04.10 -A Electrical Conductivity for Compost |
| Humedad | % | 0,50 | Test Methods for the Examination of Composting and Compost - TMECC. 03.09-A Total Solids and Moisture. |
| Materia Orgánica Total | % | 0,10 | LQA-FT-422 "Determinación de Carbono Orgánico Total" |
| Nitrógeno Total | % | 0,01 | Test Methods for the Examination of Composting and Compost - TMECC. 04.02-A Total Kjeldahl Nitrogen. |
| Fósforo Total | %P ₂ O ₅ | - | LQA-FT-431 "Determinación de Fósforo total en Fertilizantes Por Espectrofotometría UV-VIS" |
| Calcio Total | %CaO | - | Test Methods for the Examination of Composting and Compost - TMECC. 04.12-B Nitric Acid Digestion of Compost and Soils / 04.13-B Atomic Absorption Methods |
| Magnesio Total | %MgO | - | |
| Potasio Total | %K ₂ O | - | |
| Sodio Total | % | - | |



Figura 08: Referencias del producto analizado

Fuente: Laboratorios ANOBA, 2017

INFORME DE ENSAYO IE17/FO-0034

| | |
|----------------------------|---|
| CLIENTE | Mario Miguel Orue Cruz |
| DIRECCION | AV. ALEJANDRO BERTELLO BOLATI MZA. V LOTE. 18 URB. ALBINO HERRERA 1RA ETAPA -CALLAO |
| TELEFONO | 937 312 787 |
| E-MAIL | oruemar@gmail.com |
| TIPO DE MUESTRA | Materia Orgánica |
| LUGAR/ ZONA / FUNDO | -- |
| ENSAYOS SOLICITADOS | Según Presupuesto FORG20170055 |
| FECHA DE RECEPCION | 02/12/2017 |
| FECHA DE ENSAYO | 04/12/2017 al 07/12/2017 |



IMPORTANTE

A excepción de la Humedad, los resultados están reportados en base seca; debido a las características físicas de la muestra se realizó el ensayo de pH y C.E. en relación (1/10).

Los resultados emitidos en este informe son de uso exclusivo del cliente. ANOBA LAB SAC no pretende interpretar, concluir o direccionar alguna situación en particular con la emisión de este documento.

Los resultados corresponden únicamente a las muestras recibidas cuya identificación se contempla en este informe. ANOBA LAB SAC no asume responsabilidad por defectos en el muestreo, acondicionamiento y/o transporte que afecte la naturaleza de la muestra y/o su comportamiento durante los ensayos analíticos.

Se tendrá la contramuestra bajo custodia por 45 días adicionales luego de expedir el informe. el Cliente tiene todo el derecho de solicitar dicha contramuestra durante el tiempo establecido. pasado dicho plazo, ANOBA LAB SAC, procederá con su eliminación final.

IE17/FO-0034
Página 1 de 3

Jr. San Isidro N°386 - Lima 07
Cel: 992586816 / 941987225 / 945827593
info@anoba.com.pe www.anoba.com.pe

Comprometidos con la agricultura y el medio ambiente.

Figura 09: informe de ensayo
Fuente: laboratorios LANOBA, 2017

RESULTADOS

| | | | |
|-------------------|-----------------|------------------|------------------|
| | ID ANOBA | FI17-0049 | FI17-0050 |
| | Código cliente | Cuadro 1 y 2 | Corral |
| PARAMETROS | Unidades | Resultado | Resultado |

FISICO - QUIMICOS

| | | | |
|--------------------------------|-------|-------|-------|
| pH (1/10) | - | 9,16 | 9,36 |
| Conductividad Eléctrica (1/10) | mS/cm | 18,78 | 18,28 |
| Humedad | % | 34,91 | 26,93 |
| Materia Orgánica Total | % | 49,8 | 39,01 |

MACRO ELEMENTOS

| | | | |
|---------------|--------------------------------|------|------|
| Calcio (Ca) | %CaO | 3,48 | 4,05 |
| Magnesio (Mg) | %MgO | 1,56 | 1,90 |
| Potasio (K) | %K ₂ O | 3,78 | 3,79 |
| Fósforo (P) | %P ₂ O ₅ | 1,19 | 1,30 |
| Nitrógeno (N) | % | 2,07 | 1,84 |

ELEMENTOS TOXICOS

| | | | |
|------------|---|------|------|
| Sodio (Na) | % | 2,88 | 3,03 |
|------------|---|------|------|



Figura 10: Resultados de ensayo
Fuente: Laboratorios ANOBA, 2017

REFERENCIAS

| Parametro | unidad | LDD | Metodologie |
|--------------------------------|--------------------------------|------|--|
| pH (1/10) | - | 2.00 | Test Methods for the Examination of Composting and Compost - TMECC. 04.11 Electrometric pH Determinations for Compost. |
| Conductividad Eléctrica (1/10) | mS/cm | 0.07 | Test Methods for the Examination of Composting and Compost - TMECC. 04.10 -A. Electrical Conductivity for Compost. |
| Humedad | % | 0.50 | Test Methods for the Examination of Composting and Compost - TMECC. 03.09-A. Total Solids and Moisture. |
| Materia Orgánica Total | % | 0.10 | LQA-FT-422 "Determinación de Carbono Orgánico Total" |
| Nitrógeno Total | % | 0.01 | Test Methods for the Examination of Composting and Compost - TMECC. 04.02-A. Total Kjeldahl Nitrogen. |
| Fósforo Total | %P ₂ O ₅ | - | LQA-FT-431 "Determinación de Fósforo total en Fertilizantes Por Espectrofotometría UV-VIS" |
| Calcio Total | %CaO | - | Test Methods for the Examination of Composting and Compost - TMECC. 04.12-B Nitric Acid Digestion of Compost and Soils / 04.13-B Atomic Absorption Methods |
| Magnesio Total | %MgO | - | |
| Potasio Total | %K ₂ O | - | |
| Sodio Total | % | - | |



Figura 11: Referencias
Fuente: Laboratorios ANOBA, 2017

INFORME DE ENSAYO IE17/FO-0034

| | | | |
|----------------------------|---|----|------------|
| CLIENTE | Mario Miguel Orue Cruz | | |
| DIRECCION | AV. ALEJANDRO BERTELLO BOLATI MZA. Y LOTE. 18 URB. ALBINO HERRERA 1RA ETAPA -CALLAO | | |
| TELEFONO | 937 312 787 | | |
| E-MAIL | oruemar@gmail.com | | |
| TIPO DE MUESTRA | Materia Orgánica | | |
| LUGAR/ ZONA / FUNDO | - | | |
| ENSAYOS SOLICITADOS | Según Presupuesto FORG20170055 | | |
| FECHA DE RECEPCION | 02/12/2017 | | |
| FECHA DE ENSAYO | 04/12/2017 | al | 07/12/2017 |



IMPORTANTE

A excepción de la Humedad, los resultados están reportados en base seca; debido a las características físicas de la muestra se realizó el ensayo de pH y C.E. en relación (1/10).

Los resultados emitidos en este informe son de uso exclusivo del cliente. ANOBA LAB SAC no pretende interpretar, concluir o direccionar alguna situación en particular con la emisión de este documento.

Los resultados corresponde únicamente a las muestras recibidas cuya identificación se contempla en este informe. ANOBA LAB SAC no asume responsabilidad por defectos en el muestreo, acondicionamiento y/o transporte que afecte la naturaleza de la muestra y/o su comportamiento durante los ensayos analíticos.

Se tendrá la contramuestra bajo custodia por 45 días adicionales luego de expedir el informe. el Cliente tiene todo el derecho de solicitar dicha contramuestra durante el tiempo establecido. pasado dicho plazo, ANOBA LAB SAC, procederá con su eliminación final.

IE17/FO-0034
Página 1 de 3

Jr. San Isidro N°386 - Lima 07
Cel: 992586816 / 941987225 / 945827593
info@anoba.com.pe www.anoba.com.pe

Comprometidos con la agricultura y el medio ambiente.

Figura 12: Informe de ensayo
Fuente: Laboratorios ANOBA, 2017

RESULTADOS

| PARAMETROS | ID ANOBA | F117-0049 | F117-0050 |
|------------|----------------|--------------|-----------|
| | Código cliente | Cuadro 1 y 2 | Corral |
| | Unidades | Resultado | Resultado |

FISICO - QUIMICOS

| | | | |
|--------------------------------|-------|-------|-------|
| pH (1/10) | - | 9,16 | 9,36 |
| Conductividad Eléctrica (1/10) | mS/cm | 18,76 | 18,28 |
| Humedad | % | 34,91 | 26,93 |
| Materia Orgánica Total | % | 49,8 | 39,01 |

MACRO ELEMENTOS

| | | | |
|---------------|--------------------------------|------|------|
| Calcio (Ca) | %CaO | 3,48 | 4,06 |
| Magnesio (Mg) | %MgO | 1,56 | 1,90 |
| Potasio (K) | %K ₂ O | 3,78 | 3,79 |
| Fósforo (P) | %P ₂ O ₅ | 1,19 | 1,30 |
| Nitrógeno (N) | % | 2,07 | 1,84 |

ELEMENTOS TOXICOS

| | | | |
|------------|---|------|------|
| Sodio (Na) | % | 2,68 | 3,03 |
|------------|---|------|------|



*Figura 13: Resultados de ensayo
Fuente: Laboratorios ANOBA, 2017*

REFERENCIAS

| Parametro | unidad | LDD | Metodología |
|--------------------------------|--------------------------------|------|--|
| pH (1/10) | - | 2,00 | Test Methods for the Examination of Composting and Compost - TMECC. 04.11 Electrometric pH Determinations for Compost. |
| Conductividad Eléctrica (1/10) | mS/cm | 0,07 | Test Methods for the Examination of Composting and Compost - TMECC. 04.10 -A Electrical Conductivity for Compost |
| Humedad | % | 0,50 | Test Methods for the Examination of Composting and Compost - TMECC. 03.09-A Total Solids and Moisture. |
| Materia Orgánica Total | % | 0,10 | LQA-FT-422 "Determinación de Carbono Orgánico Total" |
| Nitrógeno Total | % | 0,01 | Test Methods for the Examination of Composting and Compost - TMECC. 04.02-A Total Kjeldahl Nitrogen. |
| Fósforo Total | %P ₂ O ₅ | - | LQA-FT-431 "Determinación de Fósforo total en Fertilizantes Por Espectrofotometría UV-VIS" |
| Calcio Total | %CaO | - | Test Methods for the Examination of Composting and Compost - TMECC. 04.12-B Nitric Acid Digestion of Compost and Soils / 04.13-B Atomic Absorption Methods |
| Magnesio Total | %MgO | - | |
| Potasio Total | %K ₂ O | - | |
| Sodio Total | % | - | |



Figura 14: Referencias
Fuente: Laboratorios ANOBA, 2017

APÉNDICE 02: INFORMACION COMPLEMENTARIA

Tabla 01 problemas presentados en el proceso de compostaje

| Efecto apreciado | Posible causa | Soluciones |
|--|--|--|
| La temperatura del montón no sube y tiene suficiente humedad | El calor se desprende por falta de material | Añadir más cantidad de material hasta alcanzar las 2/3 partes del compostador |
| El montón está muy húmedo | Exceso de riego. Posiblemente se haya mojado por la lluvia | Meter un palo y ahuecar el montón. Si no se resuelve, sacar todo el montón, voltear y mezclar con material seco. |
| El montón está muy seco y no disminuye el volumen | Sequedad en el ambiente. Demasiados materiales secos. Abandono temporal del compostador | Regar la pila uniformemente. Añadir material fresco. Sacar el montón, voltear y mezclar con materiales frescos. |
| El montón huele a podrido | Falta de oxígeno. Exceso de humedad. Proceso anaeróbico | Sacar el montón, voltear y mezclar con material seco. |
| El montón huele a amoníaco | Aporte excesivo de material rico en nitrógeno (césped, restos de comida. Exceso de humedad. Proceso anaeróbico | Sacar el montón, voltear y mezclar con material seco. |
| Hay muchas moscas | Exceso de humedad. Restos de comida sin cubrir | Cubrir los restos de comida con material seco o tierra. |
| Hay larvas blancas | Larvas de mosca. Mucha humedad | Reducir la humedad |
| Presencia de hormigas | Debido a restos de comida. Sequedad del montón | Si existe hormiguero: voltear la pila y añadir agua o material húmedo. |
| Presencia de roedores | Restos de comida | Eliminar los restos, voltear |
| Presencia de caracoles o babosas | Humedad del montón o de la zona | Reducir la humedad en caso de que sean muchas |

Fuente: Rodríguez, 2008

Tabla 02 Temperatura necesaria para la eliminación de algunos patógenos

| Microorganismo | Temperatura | Tiempo de exposición |
|--------------------------------|-------------|----------------------|
| Salmonella spp | 55°C | 1 hora |
| | 65°C | 15-20 minutos |
| Escherichia coli | 55°C | 1 hora |
| | 65°C | 15-20 minutos |
| Brucella abortus | 55°C | 1 hora |
| | 62°C | 3 minutos |
| Parvovirus bovino | 55°C | 1 hora |
| Huevos de Ascaris lumbricoides | 55°C | 3 días |

Fuente: Jones and Martin, 2003

Tabla 03: parámetros de la relación carbono/nitrógeno

| C:N | | Causas Asociadas | Soluciones |
|---------------------------------|---------------------|--|---|
| >35:1 | Exceso de Carbono | de Existe en la mezcla una gran cantidad de materiales ricos en carbono. El proceso tiende a enfriarse y a ralentizarse | Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N. |
| 15:1 – 35: 1 Rango ideal | | | |
| <15:1 | Exceso de Nitrógeno | de En la mezcla hay una mayor cantidad de material rico en nitrógeno, el proceso tiende a calentarse en exceso y se generan malos olores por el amoníaco liberado. | Adición de material con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín) |

Fuente: Román et al, 2013

Tabla 04: Análisis químico del compost

| | |
|--|-----------|
| Materia orgánica | 65 - 70 % |
| Humedad | 40 – 45 % |
| Nitrógeno, como N ₂ | 1.5 - 2 % |
| Fósforo como P ₂ O ₅ | 2 - 2.5 % |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Potasio como K ₂ O | 1 - 1.5 % |
| Relación C/N | 10 - 11 |
| Ácidos húmicos | 2.5 - 3 % |
| pH | 6.8 - 7.2 |
| Carbono orgánico | 14 - 30 % |
| Calcio | 2-8% |
| Magnesio | 1 - 2.5 % |
| Sodio | 0,02 % |
| Cobre | 0,05 % |
| Hierro | 0,02 % |
| Manganeso | 0,06 % |

Fuente: Gallardo, 2013

Tabla 05: Propiedades generales del compost según la OMS

| Propiedades | Rango normal |
|--------------------------|---------------------|
| Contenido de humedad (%) | 30 – 50 |
| Contenido orgánico (%) | 10 - 30 |
| pH | 6-9 |

Fuente: Altamirano & Cabrera, 2006

Según APROLAC (2007) como debemos proceder, de ser necesario para el control de la humedad y la temperatura.

Control de Humedad El agua es requerida por los microorganismos para desarrollar sus funciones metabólicas, además, es utilizada como vehículo de transporte de nutrientes y productos de desecho. Un bajo contenido de humedad afectan el metabolismo microbiano, mientras que altos valores de humedad, con llevan a la acumulación de agua en las cavidades intersticiales, dificultando la difusión de O₂ y favoreciendo las condiciones de anaeróbicas. La humedad de la pila de compostaje debe oscilar entre el 50-70 %. Para el control del contenido de humedad, se puede aplicar el siguiente procedimiento empírico. Tome con la mano una muestra de material del centro de la pila de compost. Cierre la mano y apriete fuertemente el mismo:

A. Si con esta operación verifica que salen muy pocas gotas de agua por medio de los dedos, entonces el nivel de humedad es bueno y no aplicamos agua.

B. Si no sale nada de agua después de apretar y se desmorona (disgrega) el material, es una señal que hace falta agua.

C. Sin sale entre los dedos un hilo continuo de agua del material y sentimos un olor desagradable, como podrido, es que hay un exceso de agua. En este caso se debe extender la pila y esperar que seque un poco.

Control de Temperatura. El control de la temperatura juega un papel muy importante en el proceso y la calidad final del EM- compost. La temperatura en la cama de compostaje comienza con una rápida elevación, a causa del metabolismo de los microorganismos. Se necesita calor para que la materia orgánica se descomponga, y garantizar la eliminación de patógenos y la inhabilitación de semillas, que puedan venir de los materiales empleados. Es importante mantener la temperatura de la pila de compost en un nivel intermedio entre 45 a 50 grados Centígrados. Temperaturas superiores a los 50-60 °C ocasiona la pérdida del Nitrógeno por volatilización (amoníaco) y obtendremos un EM-Compost pobre en este nutriente.

MATERIAL COMPOSTABLE

La gran mayoría de los materiales orgánicos son compostables. En la siguiente lista se hace una extensa relación de materiales que se pueden compostar:

- Restos de cosecha, plantas del huerto o jardín. Ramas trituradas o troceadas procedentes de podas, hojas caídas de árboles y arbustos. Heno y hierba segada. Césped o pasto (preferiblemente en capas finas y previamente desecadas).

- Estiércol de porcino, vacuno, caprino y ovino, y sus camas de corral.

Restos orgánicos de cocina en general (frutas y hortalizas). Alimentos estropeados o caducados. Cáscaras de huevo (preferible trituradas). Restos de café. Restos de té e infusiones. Cáscaras de frutos secos. Cáscaras de naranja, cítricos o piña (pocos y troceadas). Papas estropeadas, podridas o germinadas.

- Aceites y grasas comestibles (muy esparcidas y en pequeña cantidad).

- Virutas de serrín (en capas finas).
- Servilletas, pañuelos de papel, papel y cartón (no impresos ni coloreados, ni mezclados con plástico).
- Cortes de pelo (no teñido), residuos de esquilado de animales. No se deben incluir materiales inertes, tóxicos o nocivos tales como:
 - Residuos químicos-sintéticos, pegamentos, solventes, gasolina, petróleo, aceite de vehículos, pinturas.
 - Materiales no degradables (vidrio, metales, plásticos).
 - Aglomerados o contrachapados de madera (ni sus virutas o serrín).
 - Tabaco, ya que contiene un biocida potente como la nicotina y diversos tóxicos.
 - Detergentes, productos clorados, antibióticos, residuos de medicamentos.
 - Animales muertos (estos deben ser incinerados en condiciones especiales, o pueden ser compostados en pilas especiales).
 - Restos de alimentos cocinados, carne (Román *et al*, 2013).

ETAPAS BIOLÓGICAS DEL COMPOSTAJE

Según Navarro (s/f) en una pila de compostaje hay 3 grupos principales de organismos:

- Consumidores primarios
- Consumidores secundarios
- Consumidores terciarios

En un gramo de compost hay más de 10 millones de consumidores primarios o microorganismos, la mayor parte son bacterias, que generan calor como producto de su trabajo y se clasifican de acuerdo al rango de temperatura en el que operan:

- Psicofílicas: Entre -18°C y 18° C. (0 y 64°F)
- Mesofílicas: Entre 5° C y 43°C (41 y 109° F)
- Termofílicas: Entre 40 y 93° C (104 y 200°F) Lo deseable es alcanzar en la pila condiciones termofílicas (arriba de los 40° C), porque esas bacterias son las que trabajan más rápido y hay otros microorganismos que solo trabajan a esas temperaturas, además se destruyen microbios patógenos y malezas.

Entre los **consumidores primarios** también están los actinomicetos que son los que dan al compost un agradable olor a tierra, los hongos y los gusanos que agregan material

valioso al compost y la porosidad creada contribuye a la aireación del mismo. Cuando hay poco aire y mucha humedad se genera otro tipo de bacterias, las anaeróbicas, que son las causantes de los malos olores.

Los **consumidores secundarios** consumen a otros organismos, manteniendo bajo control a dichas poblaciones, los nemátodos por ejemplo se alimentan de bacterias, protozoarios, esporas de hongos y entre sí.

Los **consumidores terciarios** se alimentan principalmente de consumidores secundarios, por ejemplo unas arañas que solo se dedican a comer artrópodos sin tejer telarañas, los ciempiés que comen invertebrados aún más grandes que ellos y escarabajos que se alimentan de semillas y otro material vegetal.

APÉNDICE 03: CERTIFICACION DEL PRODUCTO



Figura 15: Certificación orgánica del producto

Fuente: OMRI LISTED

APÉNDICE 04: INFORMACION COMERCIAL

BIO₂ a brand of **HYDRO₂**
TECNOLOGÍA ALIENANA EN BIO-OPTIMIZACIÓN

BIO₂
Cultivos Inteligentes

SENSIBILIDAD MAYOR POTENCIAL VELOCIDAD MULTIFUSOS SOSTENIBLE PROGRESIVO RESILIENCIA

VITAL **Prohumus** **AKLLA** **PREBIOTIC**

| | | | |
|--|---|--|---|
| <p>Hydro2 GmbH Dankwegstr. 11 4051 Basel Schweiz/Suisse Tel. +41 (0) 61 279 9090 Fax. +41 (0) 61 278 9007 info@hydro2-biotechnology.com www.hydro2-biotechnology.com</p> | <p>Hydro2 GmbH Jules-Franck-Str. 23 12489 Berlin-Gesamtag Tel. +49 (0) 30 6994490-0 Fax. +49 (0) 30 65437795 info@hydro2-biotechnology.com www.hydro2-biotechnology.com</p> | <p>SENSAROS, S. de RL. de CV San Luis Potosí 21 Av. Lázaro Cárdenas C.P. 36090 México E.U. Tel. +52 (51) 5581003 Tel. +52 (51) 94718668 info@bio2-agro.com www.bio2-agro.com</p> | <p>Hydro2 Perú S.A.C. Calle Los Arboles 330, Torre B Oficina 307 Jirón La Pampa, Santiago de Surco Lima-Perú Tel. +51 (1) 718 5400 ventas@hydro2peru.com www.bio2peru.com</p> |
|--|---|--|---|

Figura 16: Información comercial de Bio2 pág. 01

Fuente: Hidro2 GmbH, s-f



BIO₂ Prohumus
Activo orgánico que optimiza la producción de humus

BIO₂ Prohumus es un bioactivador natural que promueve la producción de compuestos húmicos de alta calidad, mediante el aprovechamiento de la materia orgánica de desecho, para generar abono orgánico de alta calidad.

- Optimiza el proceso de compostaje. Agilita y facilita el manejo y tratamiento de residuos, mediante la fácil gestión del compostaje.
- Acelera la descomposición de materia vegetal en camas al suelo, como el Mulch, Pastoreo, etc. y facilita su sana integración al suelo.
- En Establos o Granjas apoya el aprovechamiento y gestión limpia del estiércol como abono orgánico: Reducción de malos olores y la presencia de moscas en los granjos o establos, previniendo enfermedades en los animales.

Beneficios generales:

- ✓ Genera su propio humus de alta calidad, mediante el aprovechamiento de materia orgánica de desecho.
- ✓ Ahorro de energía y mano de obra, mayor respeto del medio ambiente.
- ✓ Mejora el aprovechamiento de los fertilizantes.
- ✓ Reduce costos.
- ✓ Aumenta la capacidad aprovechamiento de abonos orgánicos.
- ✓ Ahorro de costos en fertilización, debido a su menor dosificación.
- ✓ Disminuye volumen de desechos.
- ✓ Evita malolores.

Usos y efectos:

BIO₂ Prohumus en composte, lombricomposte, Bokashi, etc., para la obtención de un abono fertilizante en menor tiempo y con mayor calidad.

- La composte enriquecida con microorganismos que permiten a la digestión de fibras de celulosa y lignina.

BIO₂ Prohumus en la preparación del terreno agrícola y sistemas de descomposición de materia vegetal en camas.

- Añade compuestos que actúan en el ambiente aeróbico y crecimiento activo de los microorganismos.
- Acelera y equilibra la temperatura durante fase termófila para máxima esterilización.

BIO₂ Prohumus en establos o granjas apoya el aprovechamiento y gestión limpia del estiércol como abono orgánico.

- Lucha al estiércol.
- Disuelve capas secas en casales y tanques.
- No es necesario el uso de medios mecánicos.
- Mejora el valor del abono fértil debido a la eliminación de amoníaco.
- Evita la "quemadura" de los cultivos (hojas) cuando el estiércol se pulveriza sobre los campos.
- Abono fértil sin olor desagradable.
- Aumenta la cosecha y el rendimiento en el cultivo.
- Ecológico, económico y fiable.

Ficha Técnica BIO₂ Prohumus

| |
|--|
| <p>Usos: BIO₂ Prohumus promueve la producción de humus de alta calidad. Justo la vida microbiana. Acelera la descomposición de materia orgánica. Acelera la descomposición para de desechos. Apoya en la preparación de suelos agrícolas. Facilita la gestión de estiércol líquido y todos, sin malos olores ni vectores.</p> |
| <p>Aplicación: Preparación de solución lista para usar, suficiente para un área de 1 hectárea: 1. Colocar 3 kg de BIO₂ Prohumus en 20-50 litros de agua limpia (fresca). 2. Dejar reposar por 20 minutos para madurar. 3. Agitar de nuevo y mezclar en 300-400 litros de agua limpia. En algunos casos y para mejores efectos, se recomienda una combinación de nuestros productos BIO₂ Prohumus y BIO₂ VITAL. Para una mejor aplicación y desempeño de nuestro producto, por favor contactar a nuestros representantes y asesores para indicar la aplicación más adecuada. Aplicación de BIO₂ Prohumus en Composte: Fila de compostaje: Colocar 40-60 gr de BIO₂ Prohumus en 30 litros de agua fresca y aplicar con esparcidor en capas sobre los materiales a degradar. Para lograr adecuada humectación disponer en aprox. 1 m³ materia prima. Aplicar por riego o suspensión en capas mientras se van formando las pila. BIO₂ Prohumus en colectores de estiércol líquido: 30 gr de BIO₂ Prohumus / m³ de estiércol líquido (primera aplicación), 20 gr de BIO₂ Prohumus / m³ de estiércol líquido (a partir de la segunda aplicación y posterior de mantenimiento). Preparación de una solución lista para aplicar suficiente para 300 m³ de estiércol líquido: Se diluyen 2 - 3 kg de BIO₂ Prohumus en 300 litros de agua y se deja reposar por 18 min. Se aplica en cañadillos en todo el colector. Si hubiera capas de sólidos flotantes, estos son abatidos antes de inyectar la solución en varios puntos del colector. Aplicación BIO₂ Prohumus en mulch, vector o materia orgánica en camas: Aplicar dosis inicial: 6 kg de BIO₂ Prohumus/ha. Aplicar por el sistema de riego o Drench, procurando bañar muy bien toda la superficie. Aplicar preferiblemente después del corte o chapeo de la misma o cuando la cobertura vegetal presenta dificultades de integración al suelo o sea fuente de enfermedades. Aplicar dosis de mantenimiento: 3 kg BIO₂ Prohumus/ha. Aplicar de 2 a 4 dosis de mantenimiento a los 30 días de la última aplicación.</p> |
| <p>BIO₂ Prohumus en Establos o Granjas: Aplicar 5-7 gr de BIO₂ Prohumus / m³. Disuir en 1 l de agua, luego llevar a 20 l de agua y dejar reposar por 20 minutos. Remover nuevamente. Bañar todas las superficies (puertas y paredes del establo, canal de líquidos) con la solución de BIO₂ Prohumus.</p> |
| <p>Ingredientes: Carbonato de calcio puro y natural) activado mediante sales de CaCO₃ ~90%, Elementos traza (Zn, K₂O, Cu, Mg, NaCl)</p> |
| <p>Aspecto: Polvo, el color puede variar de beige a blanco</p> |
| <p>Almacenamiento y Transporte: Almacenar y transportar en condiciones de oscuridad, fresco y seco, mantener la distancia mayor 5 m a los campos magnéticos, eléctricos y radiactivos, evitar la exposición más prolongada al neodm y la luz del sol directa. Mantenga envase protector cerrado después de su uso. Max. temperatura de 30 °C. En recipientes adecuadamente cerrados puede durar hasta 2 años.</p> |
| <p>Presentaciones: 10, 3, 2 y 1 Kg</p> |
| <p>Precauciones: Mantener fuera del alcance de los niños. No inhalar. Evitar la formación de polvo. Usar guantes de seguridad.</p> |

Figura 17: Información comercial de Bio2 pag. 02

Fuente: Hidro2 GmbH, s-f